



①⑨ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 100 61 673 A 1**

⑤① Int. Cl.⁷:
F 02 P 23/04
H 01 T 13/20

②① Aktenzeichen: 100 61 673.9
②② Anmeldetag: 12. 12. 2000
④③ Offenlegungstag: 13. 6. 2002

DE 100 61 673 A 1

⑦① Anmelder:
Volkswagen AG, 38440 Wolfsburg, DE

⑦④ Vertreter:
Patent- und Rechtsanwälte Kraus & Weisert, 80539
München

⑦② Erfinder:
Gloger, Jürgen, 38518 Gifhorn, DE; Weniger,
Manfred, Prof.Dr., 38364 Schöningen, DE

⑤⑤ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
zu ziehende Druckschriften:

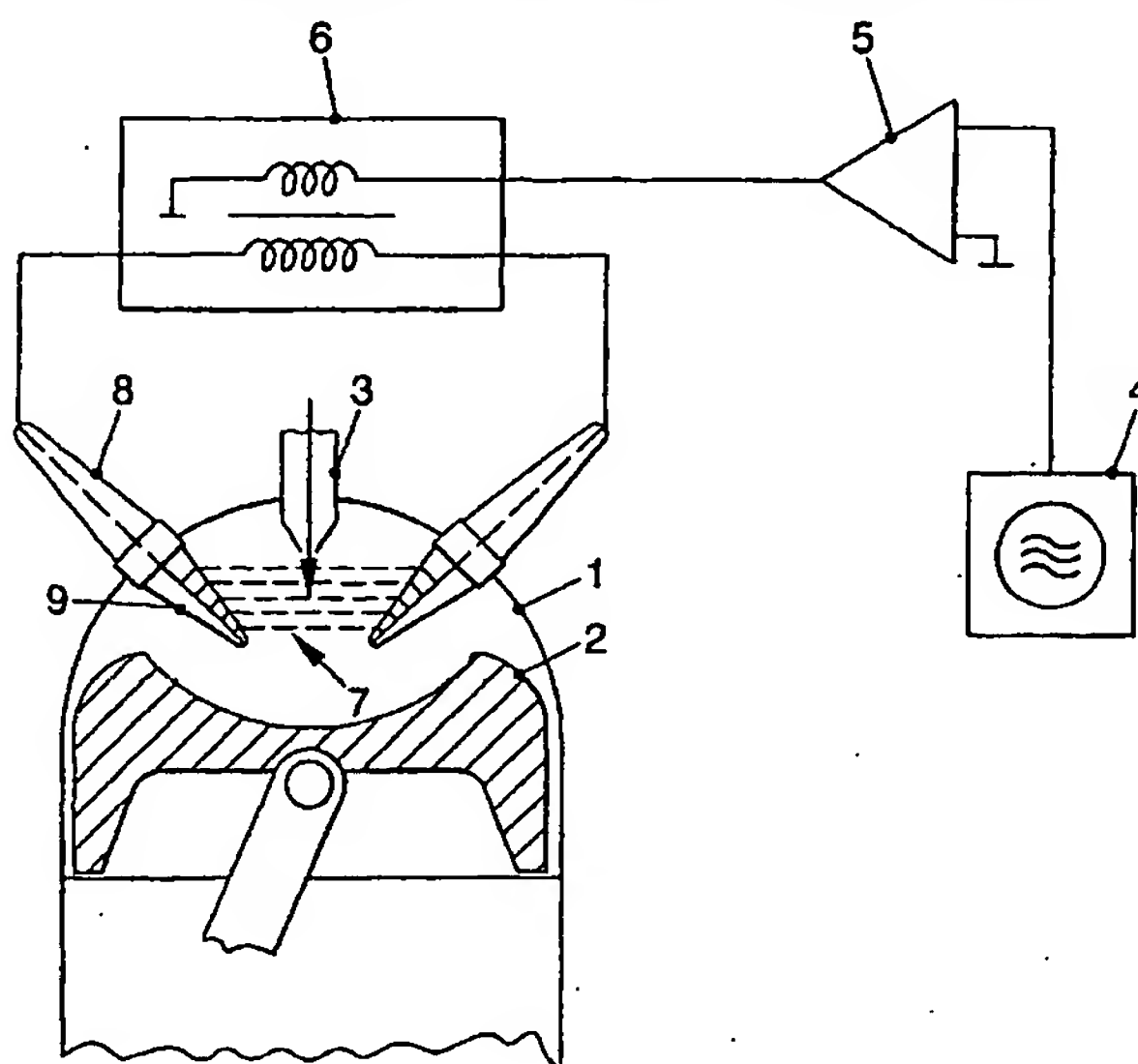
DE 195 16 817 C1
DE 197 47 700 A1
DE 195 20 260 A1
DE 43 13 172 A1
DE 42 40 104 A1
DE 31 45 169 A1
DE 26 06 271 A1
DE 93 82 04C
US 14 61 300 A

JP Patent Abstracts of Japan:
57186066 A.;
03031579 A.;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤④ Element und Vorrichtung zur Energieeinkopplung in einen mit einem bestimmten Medium gefüllten Raum

⑤⑦ Zur möglichst effektiven Einkopplung von Energie in einen mit einem bestimmten Medium gefüllten Raum, insbesondere zur Entzündung eines in dem Brennraum (1) eines Verbrennungsmotors befindlichen Luft-Kraftstoff-Gemisches, wird die Verwendung einer vorzugsweise in Form einer Zündkerze ausgebildeten Anordnung (8) vorgeschlagen, welche zur Energieeinkopplung eine Elektrode (9) aufweist, die an ihrem in den Raum (1) hineinragenden Ende mehrere länglich ausgebildete Elektrodenabschnitte (10) umfasst, um somit bei Betreiben mit Hochfrequenzenergie mehrere verteilt auftretende Entladungen zur großvolumigen Entzündung des in dem Brennraum (1) befindlichen Luft-Kraftstoff-Gemisches zu erzeugen.



DE 100 61 673 A 1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Element zur Energieeinkopplung in einen mit einem bestimmten Medium gefüllten Raum, beispielsweise in Form einer Zündkerze zum Entzünden eines in einem Brennraum eines Verbrennungsmotors befindlichen Luft-Kraftstoff-Gemisches. Des Weiteren betrifft die vorliegende Erfindung eine Vorrichtung zur Energieeinkopplung in einen mit einem bestimmten Medium gefüllten Raum mit mehreren derartigen Elementen, insbesondere eine Vorrichtung zur Energieeinkopplung in einen mit einem Luft-Kraftstoff-Gemisch gefüllten Brennraum eines Verbrennungsmotors, um das Luft-Kraftstoff-Gemisch zu entzünden.

[0002] Zur Entzündung von Luft-Kraftstoff-Gemischen in Verbrennungsmotoren, beispielsweise in Ottomotoren, werden fast ausschließlich Zündanlagen mit konventionellen Zündkerzen verwendet. Bei derartigen Zündanlagen erzeugt die von der Zündkerze bereitgestellte Zündenergie, welche im Brennraum des entsprechenden Verbrennungsmotors freigesetzt wird, eine Funkenentladung zwischen eng benachbarten Elektroden von Zündkerzen, wobei als Nachteil relativ hohe Wärmeverluste an den Zündkerzenelektroden auftreten. Die Übertragung der Zündenergie auf das Luft-Kraftstoff-Gemisch erfolgt durch direkten Kontakt des Zündfunken mit dem Luft-Kraftstoff-Gemisch, wodurch eine Ausbildung von Flammenkernen nur in direkter Umgebung der Elektroden der Zündkerzen stattfindet. Zudem kann durch den Kontakt mit den relativ kalten Zündkerzenelektroden eine partielle Auslöschung des Flammenkerns erfolgen. Derartige als Quenchverluste bezeichnete Verluste lassen sich bei konventionellen Zündanlagen nicht vermeiden.

[0003] Es wurde in der DE 196 36 712 A1 eine Möglichkeit zur Verbesserung des Zündverhaltens vorgeschlagen, wobei eine Mehrzahl von Zündelektroden gleichzeitig im Brennraum anzuordnen und mit der Zündspannung zu beaufschlagen sind. Auf diese Weise werden gleichzeitig mehrere Flammenkerne ausgebildet, so dass eine Zündzone größerer Ausdehnung erzeugt werden kann, welche eine sichere Zündung auch problematischer Luft-Kraftstoff-Gemische erlauben soll. Ein mit diesem Zündsystem verbundenes Problem ist jedoch der hohe konstruktive Aufwand zur Bereitstellung geeigneter Zündkerzen sowie der benötigte Bau-
raum am Verbrennungsmotor selbst.

[0004] Es wurden daher Zündverfahren für die Zündung von Luft-Kraftstoff-Gemischen bei Verbrennungsmotoren vorgeschlagen, wobei mit Hilfe von Plasmaentladungen thermische Energie in den Brennraum des jeweiligen Verbrennungsmotors eingebracht bzw. eingekoppelt wird, um das Luft-Kraftstoff-Gemisch zu entzünden. Bei derartigen Plasmazündungen wird durch eine in den Brennraum hineinragende Elektrode das in dem Brennraum befindliche Luft-Kraftstoff-Gemisch dadurch entzündet, dass das Luft-Kraftstoff-Gemisch durch ein Hochfrequenzfeld ausreichender Energie auf eine reaktionsfähige Temperatur gebracht wird, indem das Luft-Kraftstoff-Gemisch durch das von der Elektrode in den Brennraum eingekoppelte Hochfrequenzfeld in den elektrisch leitfähigen Plasmazustand gebracht wird.

[0005] Eine derartige auf Plasmaentladung bzw. Plasmazündung basierende Vorrichtung ist beispielsweise aus der EP 0 211 133 B1 bekannt. Dabei ist die Elektrode einer Zündkerze, welche in den Brennraum eines Verbrennungsmotors hineinragt, direkt mit einem über einen Leistungsschalter getakteten Hochfrequenzgenerator verbunden. Die von dem Hochfrequenzgenerator erzeugte Hochfrequenzleistung/Hochfrequenzenergie wird in ein von der Elektrode in

den Brennraum des jeweiligen Verbrennungsmotors abgestrahltes Hochfrequenzfeld zur Plasmazündung des darin befindlichen Luft-Kraftstoff-Gemisches abgestrahlt.

[0006] Darüber hinaus wurde in der DE 197 47 701 A1 der Anmelderin vorgeschlagen, das von der Elektrode abgestrahlte Hochfrequenzfeld derart auf eine hohe Spannung zu regeln, dass sich an der Elektrode in dem Luft-Kraftstoff-Gemisch gleichzeitig eine Mehrzahl hochohmiger Plasmafäden kurzer Dauer ausbilden. Im Gegensatz zu herkömmlichen Verfahren zur Zündung mittels Plasmen, die im Wesentlichen durch länger brennende, stationäre Plasmen erzeugt werden, wird durch diese Vorgehensweise eine Anzahl sich kurzzeitig und intensiv ausbildender Plasmafäden erzeugt, welche zu kurzzeitigen, intensiven Entladungen des Plasmas führen und viele Flammenkerne in dem Luft-Kraftstoff-Gemisch hervorrufen, wodurch sich ein besonders gutes Zündverhalten des Luft-Kraftstoff-Gemisches erreichen lässt. Hierzu ist die Geometrie der Elektrode derart zu werten, dass Feldstärkeüberhöhungen des von der Elektrode abgestrahlten Hochfrequenzfelds hervorgerufen werden, welche zur Bildung der kurzzeitigen Plasmafäden in dem Luft-Kraftstoff-Gemisch führen.

[0007] Den zuvor beschriebenen Zündsystemen ist gemeinsam, dass zum Entzünden des in dem jeweiligen Brennraum befindlichen Luft-Kraftstoff-Gemisches jeweils ein relativ hoher Energieverbrauch des entsprechenden Zündgeräts erforderlich ist. Durch die an der Elektrode punktuell auftretenden Entladungen kommt es zudem zu einer relativ starken Abnutzung der Elektrode, welche auch als Elektrodenabbrand bezeichnet wird.

[0008] Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein beispielsweise in Form einer Zündkerze ausgestaltetes Element zur Energieeinkopplung in einen mit einem bestimmten Medium, beispielsweise einem Luft-Kraftstoff-Gemisch, gefüllten Raum bereitzustellen, welches eine möglichst effektive Einkopplung der der Elektrode des Elements zugeführten Energie in den entsprechenden Raum bei gleichzeitiger Schonung der Elektrode ermöglicht.

[0009] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Element mit den Merkmalen des Anspruches 1 gelöst. Die Unteransprüche definieren jeweils bevorzugte und vorteilhafte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung.

[0010] Erfindungsgemäß wird vorgeschlagen, das vorzugsweise in Form einer Zündkerze ausgestaltete Element mit mehreren in dem jeweiligen Raum anzuordnenden länglichen Elektrodenabschnitten auszugestalten, so dass die Energieeinkopplung nicht punktuell, sondern linien- oder flächenartig erfolgt.

[0011] Bei Anwendung der auf dem Prinzip einer Plasmaentladung beruhenden Energieeinkopplung, bei welcher der Elektrode eine Hochfrequenzenergie zuzuführen ist, kann auf diese Weise ein "Vorhang" aus hochfrequenten Entladungen mit großer Oberfläche und hoher Energie erzeugt werden, so dass bei Anwendung der vorliegenden Erfindung in Form einer Zündkerze zum Entzünden eines in einem Brennraum eines Verbrennungsmotors, beispielsweise eines Ottomotors mit Direkteinspritzung, befindlichen Luft-Kraftstoff-Gemisches durch die verteilten Entladungen eine großvolumige Zündung ohne Auftreten eines direkten Überschlags großer Stromstärke möglich ist. Der Energieverbrauch des zum Zünden des Luft-Kraftstoff-Gemisches verwendeten Zündgeräts kann gering gehalten werden, wobei eine gute elektromagnetische Verträglichkeit des gesamten Zündsystems gewährleistet ist. Der in den Brennraum gerichtete Einspritzstrahl des Luft-Kraftstoff-Gemisches kann durch den zuvor beschriebenen "Vorhang" aus hochfrequenten Entladungen direkt und zuverlässig entzündet werden.

[0012] Darüber hinaus wird durch die Tatsache, dass keine punktuelle Energieeinkopplung bzw. Entladung auftritt, Elektrodenabbrand vermieden und die Lebensdauer der Elektrode verlängert.

[0013] Obwohl sich die vorliegende Erfindung bevorzugt zur Energieeinkopplung in den Brennraum eines Verbrennungsmotors, beispielsweise eines Ottomotors mit direkter Einspritzung, eignet, um ein in dem Brennraum befindliches Luft-Kraftstoff-Gemisch mittels Plasmaentladung zu entzünden, ist die vorliegende Erfindung selbstverständlich grundsätzlich auch auf Zündkerzen anwendbar, welche gemäß dem Prinzip der Funkenentladung arbeiten. Darüber hinaus ist die vorliegende Erfindung nicht auf die Energieeinkopplung in den Brennraum eines Verbrennungsmotors beschränkt, sondern kann auch auf andere mögliche Anwendungsgebiete, bei denen eine Energieeinkopplung in einen mit einem bestimmten Medium gefüllten Raum erforderlich ist, angewendet werden.

[0014] Die vorliegende Erfindung wird nachfolgend näher unter Bezugnahme auf die beigelegte Zeichnung anhand bevorzugter Ausführungsbeispiele beschrieben.

[0015] Fig. 1 zeigt einen Brennraum eines Verbrennungsmotors mit mehreren Zündkerzen gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung,

[0016] Fig. 2 zeigt eine vergrößerte Darstellung der in Fig. 1 gezeigten Zündkerze, und

[0017] Fig. 3 zeigt eine Anordnung von zwei Zündkerzen gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

[0018] In Fig. 1 ist der Brennraum bzw. Zylinder 1 eines Verbrennungsmotors, beispielsweise eines Ottomotors mit Direkteinspritzung, dargestellt, wobei im oberen Bereich des Brennraums 1 eine Einspritzdüse 3 zum Zuführen eines Luft-Kraftstoff-Gemisches in Pfeilrichtung vorgesehen ist. Des weiteren ist in dem Brennraum 1 ein Kolben 2 vertikal verschiebbar gelagert, welcher zum Komprimieren des über die Einspritzdüse 3 zugeführten Luft-Kraftstoff-Gemisches dient, um das Entzünden des Luft-Kraftstoff-Gemisches zu erleichtern.

[0019] Des weiteren sind in Fig. 1 zwei Zündkerzen 8 dargestellt, welche in den Brennraum 1 hineinragen. Die Zündkerzen 8 umfassen eine Elektrode 9, welche zur Einkopplung einer zum Entzünden des zugeführten Luft-Kraftstoff-Gemisches dienenden Zündenergie vorgesehen ist. Zu diesem Zweck wird bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel den Elektroden 9 der Zündkerzen 8 eine Hochfrequenzenergie eines Hochfrequenzgenerators 4 zugeführt, so dass von den Elektroden 9 auf Grundlage der zugeführten Hochfrequenzenergie ein entsprechendes Hochfrequenzfeld in den Brennraum 1 abgestrahlt wird, um das zwischen den Elektroden 9 eingespritzte Luft-Kraftstoff-Gemisch mittels Plasmaentladung zu entzünden. Dabei wird von dem Hochfrequenzgenerator 4 ein Hochfrequenzleistungssignal mit einer Frequenz von vorzugsweise mehreren kHz erzeugt, welches zunächst von einem Verstärker 5 verstärkt und über einen Übertrager 6 den Elektroden 9 der beiden Zündkerzen 8 zugeführt wird. Mit Hilfe des Übertragers bzw. Transformators 6 ist sichergestellt, dass kein galvanischer Kontakt zwischen den Elektroden 9 und dem Verstärker 5 bzw. dem Hochfrequenzgenerator 4 erforderlich ist, sondern die von dem Hochfrequenzgenerator erzeugte Hochfrequenzenergie wird galvanisch entkoppelt, d. h. kontaktlos, auf die Elektroden 9 übertragen, so dass eine verschmutzungssichere Einkopplung der Hochfrequenz- bzw. Zündenergie gewährleistet ist. Dies ist insbesondere deshalb vorteilhaft, da bei herkömmlichen Zündvorrichtungen mit einem direkten Kontakt zwischen den in den Brennraum hineinragenden Elektroden und dem Hochfrequenzgenerator die Kontaktstellen gegenüber

Verschmutzung anfällig sind und somit für die Zündung des in dem Brennraum befindlichen Kraftstoff-Luft-Gemisches eine Fehlerquelle darstellen.

[0020] Die in Fig. 1 gezeigte Zündkerze 8 ist in Fig. 2 vergrößert dargestellt. Wie insbesondere aus Fig. 2 ersichtlich ist, weist die Elektrode 9 einen sich in Längsrichtung durch die Zündkerze 8 erstreckenden Elektrodenabschnitt 12 auf, dessen oberes Ende als Anschluss zum Zuführen der von dem Hochfrequenzgenerator 4 erzeugten Hochfrequenzenergie dient. Der in den Brennraum 1 hineinragende Endbereich der Elektrode 9 umfasst mehrere längliche und kammartig verlaufende Elektrodenabschnitte 10, welche jeweils mit dem in Längsrichtung der Zündkerze 8 verlaufenden Elektrodenabschnitt 12 verbunden sind und zur Einkopplung der Zündenergie in den Brennraum 1 dienen. Bei dem in Fig. 1 und Fig. 2 dargestellten Ausführungsbeispiel verlaufen die Elektrodenabschnitte 10 in verschiedenen Querebenen zur Längsachse der Zündkerze 8 bzw. zum Elektrodenabschnitt 12 zueinander parallel. Zudem sind die Elektrodenabschnitte 10 auf der in den Brennraum 1 hineinragenden Außenfläche der Zündkerze 8 in Umfangsrichtung im Wesentlichen halbkreisförmig ausgestaltet (selbstverständlich können die Elektrodenabschnitte 10 jeweils auch kreisförmig entlang des vollständigen Umfangs der Zündkerze 8 ausgebildet sein).

[0021] Die Zündkerzen 8 sind wie in Fig. 1 gezeigt derart anzuordnen, dass die am unteren Ende der Zündkerzen 8 ausgebildeten Elektrodenabschnitte 10 einander zugewandt sind. Bei Anlegen der von dem Hochfrequenzgenerator 4 erzeugten Hochfrequenzenergie werden auf diese Weise zwischen den einzelnen Elektrodenabschnitten 10 der Elektrode 9 der beiden Zündkerzen 8 verteilt auftretende, hochfrequente Entladungen mit großer Oberfläche erzeugt, welche somit einen "Entladungsvorhang" 7 bilden und ein energiesparendes und zuverlässiges Zünden des durch diesen "Entladungsvorhang" bzw. "Plasmavorhang" verlaufenden Einspritzstrahl des Luft-Kraftstoff-Gemisches ermöglicht.

[0022] Zur Vermeidung von Funkenschlägen zwischen benachbarten Elektrodenabschnitten 10 sind diese durch Isolierbeschichtungen 11, beispielsweise aus einem keramischen Material, gegeneinander isoliert.

[0023] In Fig. 3 sind zwei Zündkerzen 8 gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung dargestellt. Wie aus Fig. 3 ersichtlich ist, ist bei diesem Ausführungsbeispiel die Zündkerze bzw. die Elektrode 9 an dem in den Brennraum 1 hineinragenden Endbereich quer zur Längsachse der jeweiligen Zündkerze 8 gebogen, wobei wie bei dem zuvor beschriebenen Ausführungsbeispiel wiederum mehrere längliche Elektrodenabschnitte 10 vorgesehen sind, welche mit dem in Längsrichtung der Zündkerze 8 verlaufenden Elektrodenabschnitt 12 verbunden sind und zur Einkopplung der dem Elektrodenabschnitt 12 zugeführten Zündenergie in den Brennraum 1 dienen. Die einzelnen Elektrodenabschnitte 10 sind wiederum durch Isolierschichten 11 gegeneinander isoliert. Die Elektrodenabschnitte 10 verlaufen analog zu dem zuvor beschriebenen Ausführungsbeispiel im Wesentlichen halbkreisförmig um den entsprechenden Endbereich der jeweiligen Zündkerze 8 herum.

[0024] Die beiden Zündkerzen 8 sind in dem Brennraum 1 derart anzuordnen, dass die Elektrodenabschnitte 10 der beiden Zündkerzen 8 wie in Fig. 3 gezeigt einander zugewandt sind. Die Richtung des Einspritzstrahls ist wiederum mit einem Pfeil angedeutet. Wie aus Fig. 3 ersichtlich ist, wird auch mit Hilfe dieser Anordnung die Erzeugung mehrerer verteilt auftretender Entladungen, welche einen "Entladungsvorhang" 7 bilden, zwischen den Elektrodenabschnitten 10 der beiden Zündkerzen 8 erzeugt, so dass eine großvolumige Zündung des zwischen den Elektrodenabschnitten

10 der beiden Zündkerzen 8 zugeführten Luft-Kraftstoff-Gemisches möglich ist. Auch bei dieser Anordnung kommt es somit nicht zu einer punktuell auftretenden Entladung zwischen den beiden Zündkerzen 8, sondern es tritt eine Vielzahl von Entladungen auf, womit die Fläche, an welcher die Zündenergie auf das in Pfeilrichtung zugeführte Luft-Kraftstoff-Gemisch wirkt, deutlich erhöht und somit die Entzündung des Luft-Kraftstoff-Gemisches erleichtert werden kann.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Elektroden (9) der beiden Elemente (8) über einen Übertrager (6) mit dem Hochfrequenz-generator (4) verbunden sind.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

Patentansprüche

1. Element (8) zur Energieeinkopplung in einen mit einem bestimmten Medium gefüllten Raum (1), mit einer Elektrode (9), welche einen Anschluss (12) zur Zufuhr der von einer Energiequelle (4) erzeugten Energie und einen in dem Raum (1) anzuordnenden Endbereich zur Einkopplung der Energie in den Raum (1) aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Endbereich der Elektrode (9) mehrere längliche und voneinander beabstandete Elektrodenabschnitte (10), welche jeweils mit dem Anschluss (11) der Elektrode (9) gekoppelt sind, zur Einkopplung der Energie in den Raum (1) aufweist.
2. Element nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die länglichen Elektrodenabschnitte (10) durch eine Isolationsschicht (11) gegeneinander isoliert sind.
3. Element nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die länglichen Elektrodenabschnitte (10) derart miteinander verbunden sind, dass sie eine durch die Elektrodenabschnitte (10) gebildete Fläche zur Einkopplung der Energie in den Raum (1) bilden.
4. Element nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die länglichen Elektrodenabschnitte (10) zueinander im Wesentlichen parallel verlaufen.
5. Element nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die länglichen Elektrodenabschnitte (10) jeweils im Wesentlichen quer zur Längsrichtung des Elements (8) verlaufen.
6. Element nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Endbereich der Elektrode (9) gebogen ist.
7. Element nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Endbereich im Wesentlichen quer zur Längsachse des Elements (8) gebogen verläuft.
8. Element nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Element (8) in Form einer Zündkerze zum Entzünden eines in einem Brennraum (1) eines Verbrennungsmotors befindlichen Luft-Kraftstoff-Gemisches ausgestaltet ist.
9. Vorrichtung zur Energieeinkopplung in einen mit einem bestimmten Medium gefüllten Raum (1), mit mindestens zwei Elementen (8) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Elemente (8) in dem Raum (1) derart angeordnet sind, dass die im Endbereich der Elektroden (9) vorgesehenen länglichen Elektrodenabschnitte (10) der beiden Elemente (8) einander zugewandt sind.
10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Elektroden (9) der beiden Elemente (8) mit einem zur Erzeugung von Hochfrequenzenergie vorgesehenen Hochfrequenzgenerator (4) verbunden sind, um über die im Endbereich der Elektroden (9) der beiden Elemente 8 vorgesehenen länglichen Elektrodenabschnitte (10) ein der zugeführten Hochfrequenzenergie entsprechendes Hochfrequenzfeld in den Raum (1) abzustrahlen.

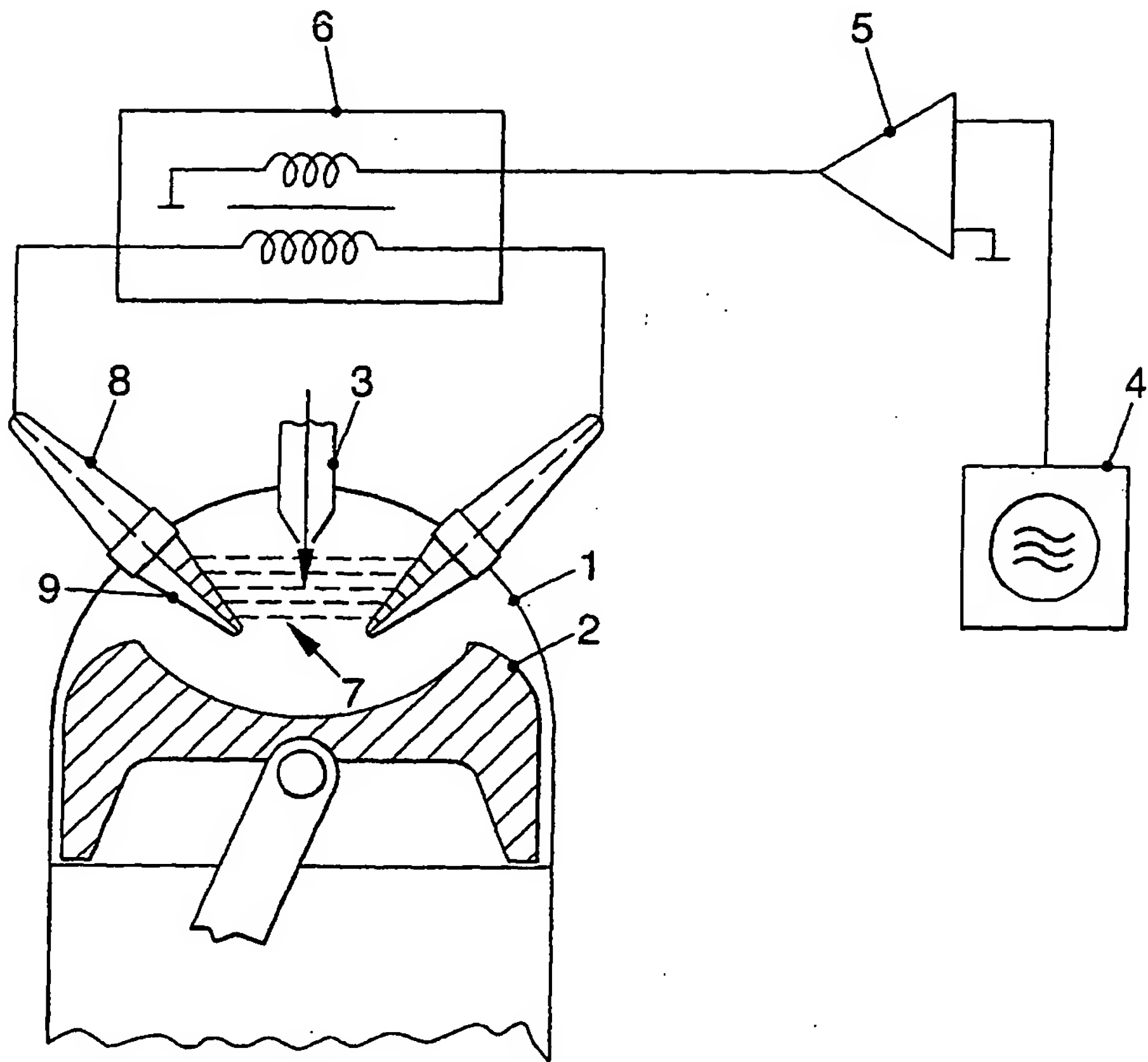


FIG. 1

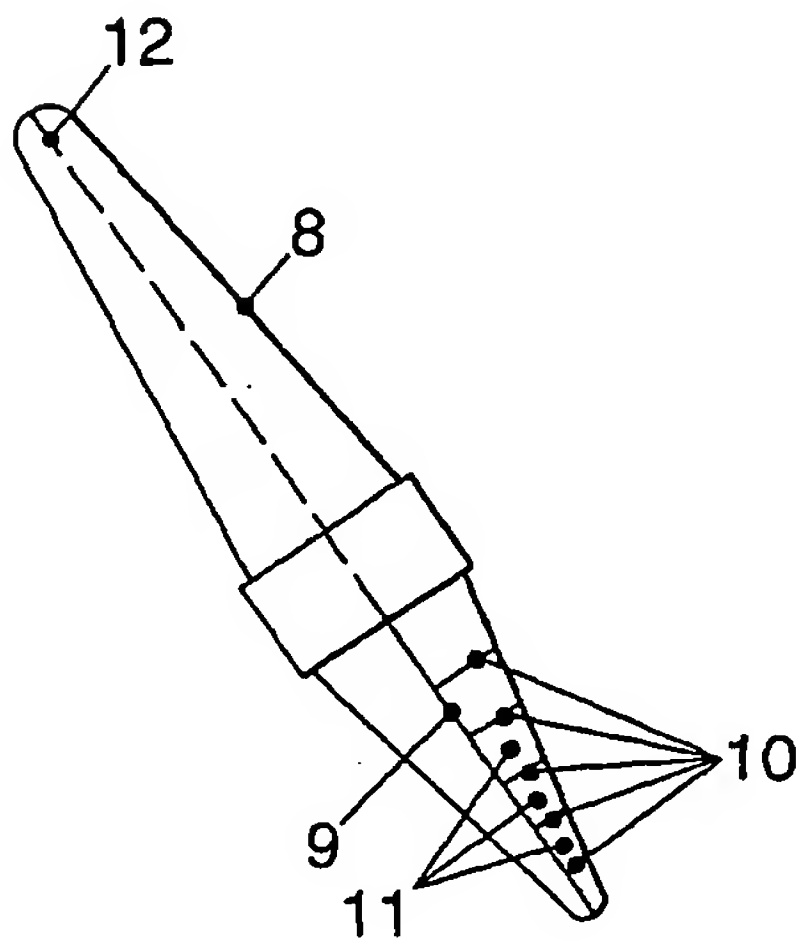


FIG. 2

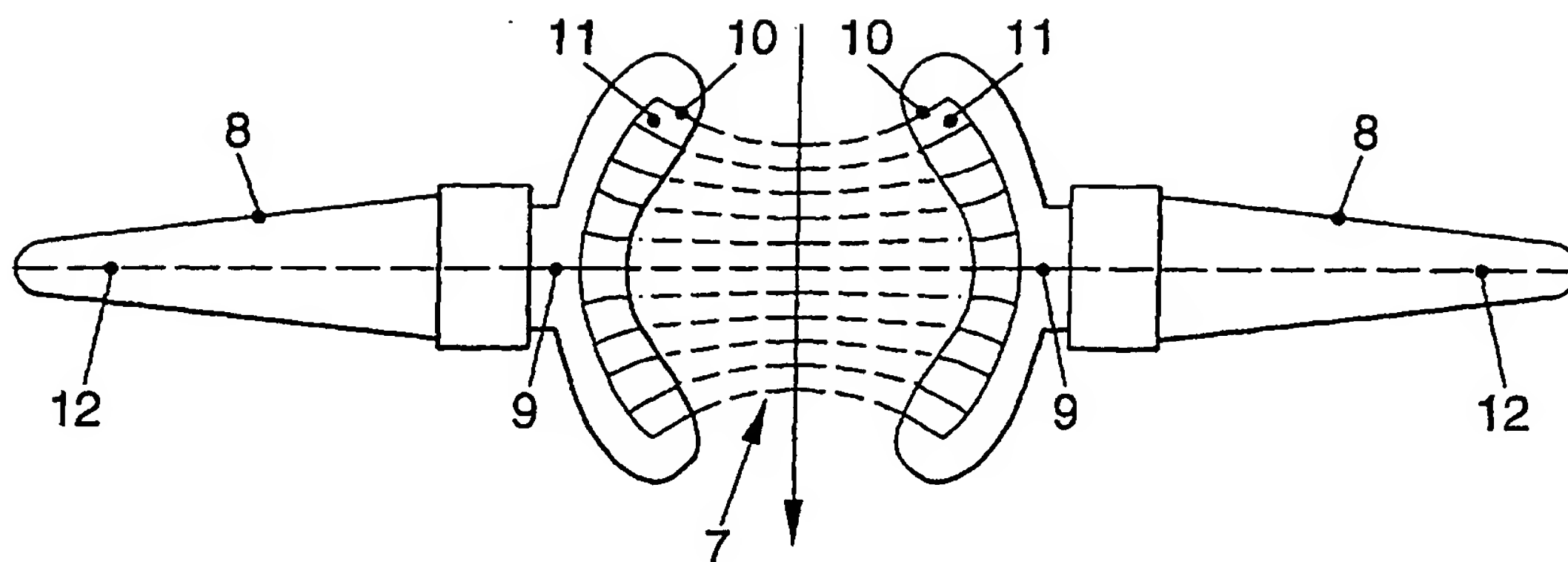


FIG. 3